



JP2001228126

Biblio

Page 1

Drawing

esp@cenet

ULTRASONIC FLAW DETECTOR

Patent Number: JP2001228126
Publication date: 2001-08-24
Inventor(s): KAWANAMI SEIICHI; NAKAI MASAYOSHI; TADA YOSHIHISA
Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD
Requested Patent: ☐ JP2001228126
Application Number: JP20000034888 20000214
Priority Number(s):
IPC Classification: G01N29/22; G01N29/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ultrasonic flaw detector capable of obtaining a diffracted wave having a large amplitude in an ultrasonic flaw detection for detecting a defect depth by use of the diffracted waves at the upper and lower ends of a defect.

SOLUTION: A transmission-side ultrasonic probe part 11 is formed of the assembly of ultrasonic probes 12 having an array structure. The transmitting timing of the ultrasonic wave outputted from each ultrasonic probe 12 of the ultrasonic probe part 11 is successively delayed, whereby the ultrasonic beam B transmitted from the probe part 11 is converged and scanned. The receiving side is constituted in the same structure, and the receiving timing of the ultrasonic wave by each ultrasonic probe 16 of an receiving-side probe part 15 is successively delayed synchronously with the transmission-side ultrasonic probe part 11, whereby the ultrasonic beam B transmitted from the transmission-side ultrasonic probe part 11 is simultaneously received by each ultrasonic probe 16.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-228126

(P2001-228126A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 1 N 29/22	5 0 1	G 0 1 N 29/22	5 0 1 2 G 0 4 7
29/24	5 0 2	29/24	5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-34888 (P2000-34888)

(22) 出願日 平成12年2月14日 (2000.2.14)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 川浪 精一

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 中井 正義

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

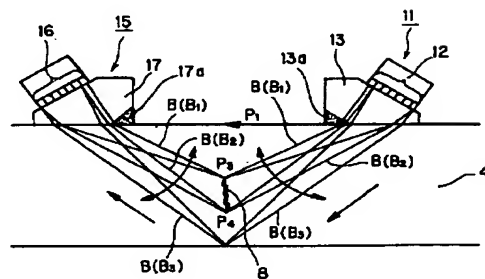
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探傷装置

(57) 【要約】

【課題】 欠陥の上下端の回折波を利用して欠陥深さを検出する超音波探傷において大きな振幅の回折波を得ることができる超音波探傷装置を提供する。

【解決手段】 アレイ構造とした超音波探触子12の集合体で送信側超音波探触部11を構成し、この超音波探触部11の各超音波探触子12が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより超音波探触部11から送出する超音波ビームBを収束させるとともにスキャニングさせ、受信側も同様の構成として受信側超音波探触部15の各超音波探触子16による超音波の受信のタイミングを送信側超音波探触部11と同期させて順次遅延させることにより送信側超音波探触部11が送出した超音波ビームBを各超音波探触子16で同時に受信するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、

複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャニングさせることを特徴とする超音波探傷装置。

【請求項2】 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、

複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出して拡散した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャニングさせて受信するようにしたことを特徴とする超音波探傷装置。

【請求項3】 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、

複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャニングさせ、さらに送信側と同様のアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを送信側超音波探触部と同期させて順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャニングさせて受信するようにしたことを特徴とする超音波探傷装置。

【請求項4】 〔請求項1〕乃至〔請求項3〕に記載する何れか1つの超音波探傷装置において、

超音波探触部を構成する超音波探触子の一部を表面波の送信用及び／又は受信用とし、且つ超音波探触部のシューの先端部をその周囲の部材と異なる材料で形成することにより被検体の表面を伝搬する表面波を送信及び／又は受信するようにしたことを特徴とする超音波探傷装

置。

【請求項5】 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷方法において、

複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともに、超音波ビームの被検体に対する中心の入射角度が常に45°になるように超音波探触子を選択して超音波ビームを送出させるようにしたことを特徴とする超音波探傷装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波探傷装置に関し、特に亀裂端部の回折波を利用してこの回折波の伝搬時間により探傷を行う場合に用いて有用なものである。

【0002】

【従来の技術】鋼板等の被検体の内部の亀裂等の欠陥を回折波を利用して探傷する方法としてTOFD (Time of Flight Diffraction) 法が知られている。このTOFD法を図3に基づき説明する。同図に示すように、送信側超音波探触部1は、1個の超音波探触子2を有しており、この超音波探触子2がシュー3に固定されて所定の入射角で被検体4の内部に向けて超音波を送出するようになっている。受信側超音波探触部5は、送信側超音波探触部1と同様に1個の超音波探触子6を有しており、この超音波探触子6がシュー7に固定されて、被検体4の内部を伝搬した超音波を受信するようになっている。超音波探触子2から送出した超音波は被検体4内を拡散して伝搬するが、被検体4の内部に欠陥8がある場合、その上端及び下端に対応して回折波が発生する。

【0003】すなわち、このとき受信側超音波探触部5で受信する超音波の波形は、図4に示すような波形となる。図4中、横軸が時間、縦軸が超音波信号の振幅であり、P₁が被検体4の表面に沿って伝搬した表面波（直進波）、P₂が被検体4の底面で反射した底面反射波、P₃が欠陥8の上端に対応する回折波及びP₄が欠陥8の下端に対応する反射波である。

【0004】したがって、図3に示す欠陥深さDは、欠陥上端d₁及び欠陥下端d₂の位置に基づき次式(1)により求めることができる。

【0005】

【数1】

$$D = d_2 - d_1 = \sqrt{\left(\frac{L_1 \cdot C}{2}\right)^2 - L^2} - \sqrt{\left(\frac{L_2 \cdot C}{2}\right)^2 - L^2} \quad \text{----- (1)}$$

【0006】上記TOD法においては、図3に示すように、欠陥8を挟んだ両側に超音波探触子2、6を配置することが当該探傷のための必須条件となるが、欠陥8の上端及び下端の回折波 P_3 及び回折波 P_4 の伝搬時間により、欠陥8の形状及び傾き等に影響されることなく、

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記TOD法では、回折波 P_3 、 P_4 を利用して欠陥8の検出を行っているのに対し、超音波の送信に拡散波を利用しているので、欠陥8の全体に一度に超音波を当てることはできるが、その分回折波 P_3 、 P_4 の振幅は小さくなる。このため、回折波 P_3 、 P_4 を良好に検出することが困難になる場合がある。

【0008】本願発明は、上記従来技術に鑑み、欠陥の上下端の回折波を利用して欠陥深さを検出する超音波探傷において大きな振幅の回折波を得ることができる超音波探傷装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は、次の点を特徴とする。

【0010】1) 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャンングさせること。本発明によれば、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。

【0011】2) 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出して拡散した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャンングさせて受信するようにしたこと。本発明によれば、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。

【0012】3) 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を

探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャンングさせ、さらに送信側と同様のアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを送信側超音波探触部と同期させて順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャンングさせて受信するようにしたこと。本発明によれば、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。ここで、収束させた超音波ビームによる回折波は、これを実効的に収束させて受信しているので上記〔請求項1〕及び〔請求項2〕に記載する発明に較べより大きな振幅の回折波を受信することができる。

【0013】4) 上記1)乃至3)に記載する何れか1つの超音波探傷装置において、超音波探触部を構成する超音波探触子の一部を表面波の送信用及び／又は受信用とし、且つ超音波探触部のシューの先端部をその周囲の部材と異なる材料で形成することにより被検体の表面を伝搬する表面波を送信及び／又は受信するようにしたこと。本発明によれば、上記欠陥の深さを特定する際に基準となる表面波を良好に得ることができる。

【0014】5) 送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷方法において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともに、超音波ビームの被検体に対する中心の入射角度が常に 45° になるように超音波探触子を選択して超音波ビームを送出させるようにしたこと。本発明によれば、被検体の深さ方向の各位置に 45° で入射する超音波ビームを照射することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面にに基づき詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の実施の形態に係る超音波探触子を概念的に示す説明図である。なお、図中、図3と同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。図1に示すように、送信側超音波探触部11は、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子12の集合体をシュー13で支持してなる。受信側超音波探触

部15も、送信側超音波探触部11と同様に複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子16の集合体をシュー17で支持してなる。ここで、送信側超音波探触部11は、その各超音波探触子12が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより超音波探触部から送出する超音波ビームBを収束させるとともにスキャンさせる。すなわち、図中の B_1 、 B_2 、 B_3 に示すように収束させ、且つ B_1 から B_3 の方向、また B_3 から B_1 の方向へとスキャンするようになっている。一方、受信側超音波探触部15は、その各超音波探触子16による超音波ビームBの受信のタイミングを送信側の対応する超音波探触子12と同期させて順次遅延させることにより送信側超音波探触部11が送出した超音波ビームBを実効的に収束させ且つスキャンさせて受信するようになっている。かくして、欠陥8の上下端からは収束した超音波ビームBに基づく回折波 P_3 、 P_4 が得られる。かかる回折波 P_3 、 P_4 は拡散するが、受信側超音波探触部15では、このときの超音波ビームを実効的に収束させ、且つスキャンさせて受信することができる。各超音波探触子16は送信側の対応する超音波探触子12と同期させ、各超音波探触子16による超音波ビームBの受信のタイミングを順次遅延させて受信しているからである。

【0017】欠陥8の深さを特定するためには基準となる位置が必要になる。この基準位置には通常、被検体4の表面が利用される。そこで、被検体4の表面に沿って伝搬する表面波 P_1 を作ってやる必要がある。本形態では、送信側及び受信側超音波探触部11、15を構成する超音波探触子12、16の一部を表面波 P_1 の送受信用とし、且つ送信用及び受信用超音波探触部11、15のシュー13、17の先端部をその周囲の部材と異なる材料で形成してある。さらに詳言すると、シュー13、17の相対向する先端部13a、17aは、その周囲の材質よりも音速が速い材質のもので形成してあり、超音波ビームBの一部が臨界入射角を越えて表面波 P_1 となるようにするとともに、この表面波 P_1 が入力されるようにしている。

【0018】かくして、本形態に係る超音波探触装置によれば、従来技術に係るT OF D法と同様の原理で欠陥深さDを検出することができる。このとき、本形態では送信側超音波探触部11から送出する超音波ビームを収束させているので、その分欠陥8の上下端に基づく回折波 P_3 、 P_4 の振幅も大きなものが得られる。しかも、この回折波 P_3 、 P_4 は受信側超音波探触部15で収束させて検出しているので、検出される超音波ビームの振幅も大きなものとなる。一方、送信側超音波探触部11から送出する超音波ビームは順次移動することができるので、被検体8の厚さ方向にスキャンすることができる。また、これに同期するよう受信側超音波探触部15で受信する超音波ビームもスキャンすることができるの

で、被検体4の厚さ方向の全域に亘る欠陥8の探傷を行うことができる。

【0019】なお、上記実施の形態においては、送信側の超音波探触子12及び受信側の超音波探触子16の何れも超音波ビームBが収束するよう超音波を送出及び受信するとともに、何れもスキャンするように形成したが、これに限るものではない。受信側で得られる回折波 P_3 、 P_4 の振幅は若干小さくなるが、送信側の超音波探触子12のみを、超音波ビームBが収束するよう送出するとともにスキャンするようにしても良い。このとき、受信側では拡散波を受信する。また、受信側の超音波探触子16のみを、超音波ビームBを収束させて受信するとともにスキャンするようにしても良い。このとき、送信側では拡散波を送出する。

【0020】図2は本発明の他の実施の形態を概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子22の集合体で送信側超音波探触部21を構成するとともに、同様の超音波探触子26の集合体で受信側超音波探触部25を構成している。これらの超音波探触子22は、図1に示す実施の形態における超音波探触子12と同様に、超音波の送出タイミングを順次遅延させることにより超音波ビームBを収束させ、且つスキャンさせるように構成してあり、同時に超音波探触子26も、図1に示す上記実施の形態における超音波探触子16と同様に、超音波の受信タイミングを順次遅延させることにより超音波ビームBを収束させ、且つスキャンして受信するように構成してある。本形態では、さらに超音波ビームBを送出し、且つこれを受信する超音波探触子22、26を選択的に動作させるようになっている。超音波探触子22、26を選択的に動作させることにより、超音波ビームBの被検体4に対する中心の入射角度が常に 45° になるようにしている。すなわち、複数の超音波探触子22が送出する超音波ビーム B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 は、複数の超音波探触子22による超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより収束させているが、このときの各超音波ビーム B_1 乃至 B_5 の中心線 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 は、被検体4の表面に対し 45° の入射角度で入射するように動作させる超音波探触子22のグループを選択している。このグループは超音波ビームBを照射すべき被検体4の深さにより、すなわち超音波ビームBの路程により一義的に決定される。したがって、路程に対応させて超音波を送出する超音波探触子22を順次切り換えることにより、被検体4の深さ方向に超音波ビーム B_1 乃至 B_5 を移動させながらこの深さ方向に関して常に入射角が 45° となる超音波を送出することができる。したがって、被検体4内に、例えば図2に示すような欠陥8が存在する場合、この欠陥8の長手方向に超音波ビーム B_1 乃至 B_5 を移動させながら、この欠陥8に対し、常に 45° の入射角の

超音波ビームBを照射することができる。ちなみに、このように45°で入射した超音波ビームBが最も効率が良い。すなわち、欠陥8の上下端部における回折波P₃、P₄の振幅が最も大きくなる。

【0021】なお、上記実施の形態において、先ず図1に示す実施の形態と同様の手法により欠陥8のだいたいの深さ（上下端）を求め、次にこの深さ部分に45°で入射する超音波ビームBを送出するように駆動する超音波探触子22のグループを選択してやれば欠陥8の上下端に発生する回折波P₃、P₄の振幅を最大にすることができる。

【0022】

【発明の効果】以上実施の形態とともに詳細に説明した通り、〔請求項1〕に記載する発明は、送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャニングさせるので、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。この結果、上記回折波に基づき検出する上記欠陥の深さをより高精度に検出することができる。

【0023】〔請求項2〕に記載する発明は、送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出して拡散した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャニングさせて受信するようにしたので、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。この結果、上記回折波に基づき検出する上記欠陥の深さをより高精度に検出することができる。

【0024】〔請求項3〕に記載する発明は、送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷装置において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波

探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともにスキャニングさせ、さらに送信側と同様のアレイ構造とした超音波探触子の集合体で受信側超音波探触部を構成し、この超音波探触部の各超音波探触子による超音波の受信のタイミングを送信側超音波探触部と同期させて順次遅延させることにより送信側超音波探触部が送出した超音波ビームを各超音波探触子により実効的に収束させ且つスキャニングさせて受信するようにしたので、被検体の内部の欠陥の上下端における回折波の振幅を大きくすることができるとともに、被検体の深さ方向の全域に亘り超音波ビームを振ることができる。ここで、収束させた超音波ビームによる回折波は、これを実効的に収束させて受信しているので、上記〔請求項1〕及び〔請求項2〕に記載する発明に較べより大きな振幅の回折波を受信することができる。この結果、上記回折波に基づき検出する上記欠陥の深さを最も高精度に検出することができる。

【0025】〔請求項4〕に記載する発明は、〔請求項1〕乃至〔請求項3〕に記載する何れか1つの超音波探傷装置において、超音波探触部を構成する超音波探触子の一部を表面波の送信用及び／又は受信用とし、且つ超音波探触部のシューの先端部をその周囲の部材と異なる材料で形成することにより被検体の表面を伝搬する表面波を送信及び／又は受信するようにしたので、上記欠陥の深さを特定する際に基準となる表面波を良好に得ることができる。この結果、上記回折波に基づき検出する上記欠陥の深さを良好に特定するのに役立つ。

【0026】〔請求項5〕に記載する発明は、送信側超音波探触部から送出した超音波を被検体を介して受信側超音波探触部で受信し、この受信した超音波の波形に基づき被検体の内部の欠陥を探傷する超音波探傷方法において、複数の素子を並べてアレイ構造とした超音波探触子の集合体で送信側超音波探触部を構成し、この送信側超音波探触部の各超音波探触子が出力する超音波の送出のタイミングを順次遅延させることにより送信側超音波探触部から送出する超音波ビームを収束させるとともに、超音波ビームの被検体に対する中心の入射角度が常に45°になるように超音波探触子を選択して超音波ビームを送出させるようにしたので、被検体の深さ方向の各位置に45°で入射する超音波ビームを照射することができる。かくして、上記欠陥の上下端にも45°で入射する超音波ビームを照射することができ、最も振幅が大きい回折波を得ることができる。この結果、上記回折波に基づき検出する上記欠陥の深さを高精度に検出し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る超音波探傷装置を概念的に示す説明図である。

【図2】本発明の他の実施の形態に係る超音波探傷装置を概念的に示す説明図である。

【図 3】従来技術に係る T O F D 法を説明するための説明図である。

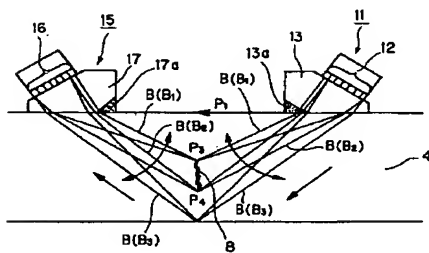
【図4】図3に示すTOFD法における超音波信号と欠陥の深さの関係を示す波形図である。

【符号の説明】

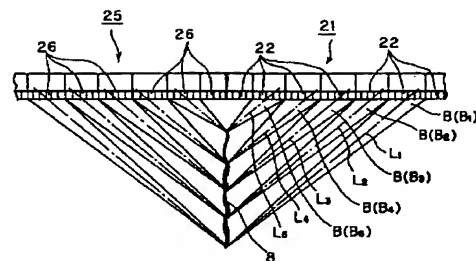
- | | |
|-----|-----------|
| 4 | 被検体 |
| 8 | 欠陥 |
| 1 1 | 送信側超音波探触部 |
| 1 2 | 超音波探触子 |
| 1 3 | シュー |

- | | | |
|----|-------|-----------|
| | 1 3 a | 先端部 |
| | 1 5 | 受信側超音波探触部 |
| | 1 6 | 超音波探触子 |
| | 1 7 | シュー |
| 05 | 1 7 a | 先端部 |
| | 2 1 | 送信側超音波探触部 |
| | 2 2 | 超音波探触子 |
| | 2 5 | 受信側超音波探触部 |
| | 2 6 | 超音波探触子 |
| 10 | | |

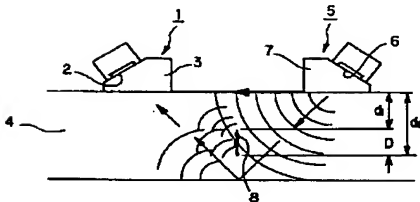
【図 1】



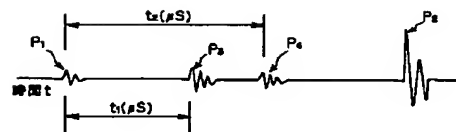
【図 2】



【図 3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 多田 義久
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

45 Fターム(参考) 2G047 AA05 BB02 BC10 CA01 DB02
EA05 GB02 GB03